

辽宁小汪沟铁矿床地质特征及找矿前景分析

蔡保新¹, 李文昌², 陈铁力³

(1. 昆明理工大学, 云南昆明 650093; 2. 云南省地质调查局, 云南昆明 650093;

3. 辽宁有色地质局 108 队, 辽宁沈阳 110013)

摘要: 小汪沟铁矿位于寒岭断裂、灯塔弧形断裂及石桥子断裂控制的近三角形构造框架内, 区内构造发育, 岩浆岩分布极广。由于深变质作用程度的不均一性, 太古宇鞍山群茨沟组地层呈残留体形式分布在混合花岗岩中, 矿体赋存在残留体中。区内主要有两条较大的矿体, 大部分隐伏在混合花岗岩中, 少量露出地表。围岩及矿体内部绿泥石化、阳起石化、白云母化、绢云母化等蚀变较为常见。通过对铁矿床区域地质背景、矿床地质特征以及矿床成因类型研究, 分析矿(化)体形态、分布、延伸、成因等特征, 认为该区仍具有较大的找矿潜力。

关键词: 铁矿床; 围岩蚀变; 地质特征; 找矿前景; 小汪沟; 辽宁省

GEOLOGIC CHARACTERISTICS AND PROSPECTIVE POTENTIAL OF THE XIAOWANGGOU IRON DEPOSIT IN LIAONING PROVINCE

CAI Bao-xin¹, LI Wen-chang², CHEN Tie-li³

(1. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China; 2. Yunnan Bureau of Geological Survey, Kunming 650093, China;

3. No. 108 Team, Liaoning Bureau of Nonferrous metal Geological Exploration, Shenyang 110013, China)

Abstract: The Xiaowanggou iron deposit is located in a nearly triangular area controlled by Hanling fault, arcuate Dengta fault and Shiqiaozi fault, with developed structure and broad distribution of magmatic rocks. Due to the inhomogeneity of the hypometamorphism, the Archean Anshan group Cigou formation is distributed in the migmatitic granite in the form of residues, in which ore bodies occur. There are two large ore bodies, most of which are buried in the migmatitic granite, less exposed in the surface. Chloritization, actinolitization, muscovitization and sericitization are common in the wallrocks and the orebodies. Study of the regional geology, deposit geology and genetic types of the deposit and analysis on the characteristics of the form, distribution, extension and genesis of the ore (mineralized) body show a great prospective potential of exploration in this area.

Key words: iron deposit; wallrock alteration; geological characteristics; prospective potential; Xiaowanggou of Liaoning Province

1 区域地质背景

小汪沟铁矿位于华北地台北缘东段, 辽东台隆、太子河凹陷北缘, 处于北东东向寒岭断裂、向东突出的灯塔弧形断裂及北北西向石桥子断裂控制的近三角形构造框架内^①。太古宙花岗岩-绿岩地质体构成区

域基底, 基底裂隙沉积了新元古界至中生界沉积岩系, 区域内构造复杂, 岩浆岩分布极为广泛。

太古宙时火山喷发或海底火山热水活动将大量的硅铁物质带入水体中^②, 并发生了火山-陆源碎屑物质的沉积, 形成了硅铁质的透镜体^③, 为本区铁矿床成矿

收稿日期: 2010-11-09; 修回日期: 2010-12-29。编辑: 张哲。

作者简介: 蔡保新(1979—), 男, 河南南阳人, 昆明理工大学在读硕士, 通信地址 云南省昆明市一二一大街文昌路 68 号, E-mail//156016617@qq.com

① 辽宁省有色地质局 108 队。辽宁省灯塔市西钢集团灯塔矿业有限公司小汪沟铁矿资源储量核实报告。2010。

② 辽宁省地质局第一区域地质调查队。沈阳市幅区域地质调查报告。1975。

提供了物质来源. 后经鞍山运动、吕梁运动、印支运动及燕山运动, 本区发生多次褶皱隆起, 并伴随有岩体侵入、变质作用和混合岩化作用, 为本区成矿提供了动力条件. 多期次构造活动, 致使本区褶皱及断裂构造叠加, 形成了目前复杂的构造格局.

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区内主要出露太古宇鞍山群茨沟组 (*Arancg*) 地层, 呈残留体形式赋存于大片混合花岗岩中. 岩性为一套由角闪石、含铁石英岩、钠长石片岩(变粒岩)和石英岩组成的变质铁硅-火山岩建造, 为鞍山式铁矿赋存层位之一. 主要岩石类型有石英岩类、云母片岩类、角闪岩类等. 本区可分为上、下两个岩性组合, 小汪沟铁矿体主要赋存于下层的角闪质岩相中(图 1).

本区岩石混合岩化较强. 常见的太古宙混合质岩石为混合质黑云母变粒岩和混合质黑云片岩, 为变质原岩受轻度混合岩化作用形成岩石, 基本保留原岩特征. 混合质黑云变粒岩系以黑云变粒岩为基体, 受混合岩化作用, 岩石具明显不等粒镶嵌变晶结构. 组成矿物有微斜长石、条纹长石、斜长石、石英、黑云母等. 矿物仍具有定向排列, 时有长英脉充填, 交代蚕蚀及交代穿孔结构明显, 以注入作用为主, 又常成条带状混合岩, 基质为变质原岩^①.

2.2 构造

研究区处于歪头山-北台古隆起含铁变质岩系中段, 从太古宙至今经历了漫长的地质年代. 不同地质时期、不同形式的构造形迹的叠加构成了复杂的区域构造. 由于受多次构造运动的影响和制约, 构造总体轮廓具近南北向展布特征.

本区断裂以近南北向为主, 其形成于褶皱形成时期或稍后阶段, 常被晚期脉体充填, 之后仍有错动; 近东西向断裂不甚发育, 且无脉体充填. 对矿体有影响的断裂为 F_4 和 F_5 . F_4 断裂走向 15° , 倾向南东, 倾角 $80\sim 85^\circ$, 被闪长玢岩脉充填; F_5 断裂被第四系冲积层所覆盖, 地貌上呈一大型沟谷, 为推测断层, 走向北北东, 倾角不清. 这两条断裂对矿体的形态及完整性影响小.

区内褶皱构造较复杂, 主要有大汪沟背斜和小汪沟向斜, 褶皱的形成时期应是本区混合岩化作用的时期. 区内矿体主要位于小汪沟复式向斜的北西翼, 构成一个次级同斜背形褶皱.



图 1 小汪沟铁矿地质简图

Fig. 1 Simplified geologic map of Xiaowanggou iron deposit
1—第四系 (Quaternary); 2—云母片岩 (mica schist); 3—斜长角闪岩 (amphibolite); 4—阳起石英岩 (actinolite quartzite); 5—绿泥片岩 (chlorite schist); 6—混合花岗岩 (migmatitic granite); 7—闪长玢岩 (diorite porphyrite); 8—矿体及编号 (orebody and number); 9—断层及编号 (fault and number); 10—地质界线 (geologic boundary)

2.3 岩浆岩

矿区内岩浆岩分布极为广泛, 主要有太古宙混合花岗岩及闪长岩、闪长玢岩、正长斑岩等脉岩.

混合花岗岩出露面积占矿区面积的 85% 以上, 与铁矿及变质岩多呈混合交代接触关系, 可分两种类型, 一为灰色, 一为肉红色. 混合岩对铁矿起破坏作用, 产生切穿矿体的长英质脉贯入或穿插现象等, 其往往影响矿石品位. 岩脉为成矿后脉岩, 闪长玢岩一般沿断裂带注入, 与断裂产状一致, 亦有小脉呈不规则分布于地表和深部. 脉岩中斜长石蚀变强烈, 常具绿帘石化, 正长斑岩多蚀变为绿泥石.

3 矿床地质

①辽宁省有色地质局 108 队. 辽宁省灯塔市西钢集团灯塔矿业有限公司小汪沟铁矿资源储量核实报告. 2010.

3.1 矿(化)体特征

小汪沟矿区范围内发现两条主矿体, 分别编号为 I、II 号(见图 1). 在主矿体南侧零星分布有多条规模较小的铁矿体, 铁矿体赋存于大面积混合花岗岩残留体鞍山群茨沟组地层, 分布在小汪沟向斜翼部.

两主矿体直接围岩以混合花岗岩为主, 另有少量的阳起石英岩、云母石英岩及斜长角闪岩, 呈似层状或大透镜状, 并存有夹石. 延长一般较大, 走向 10~40°, 在北部 5~9 线之间出露于地表, 主要有多处地表采坑控制, 向北尖灭于混合花岗岩中. 两主矿体由北向南倾伏, 埋深逐渐增大, 9 线以南隐伏于地表以下, 成为隐伏矿体, 由数十个钻孔控制, 控制延深较小, 一般小于 400 m. I 号矿体延长约 1300 m, 控制斜深约 350 m, 一般厚度 20~100 m, 平均厚度 40 m, 在 14~17 线间较厚. 矿体 TFe 含量一般在 20%~40% 之间, 平均品位 29.83%. II 号矿体长约 2100 m, 延深约 350 m, 14 线以南逐渐靠近 I 号矿体, 并尖灭于 14~15 线之间. 矿体呈似层状、透镜状, 最小厚度约 5 m, 最大厚度达到 103 m, 平均厚 30 m, TFe 品位 30.40%, 品位相对较稳定. 两矿体深部未控制, 其余零星分布矿体规模一般较小.

I、II 号矿体均表现为中部厚, 上下部薄的特征(图 2).

沿走向方向, I 号矿体表现为由北向南逐渐变厚, 在 15 线达到最厚, 然后变薄, II 号矿体则呈现出比较均匀的特征.

3.2 矿石类型、结构与构造

区内铁矿石的自然类型主要有两种: 阳起磁铁石英岩型和透闪磁铁石英岩型, 有时互为过渡. 根据物相分析, 矿石中全铁 (TFe) 平均含量 27.47%, 磁性铁 (mFe) 平均含量 24.05%, 硅酸铁 (siFe) 平均含量 1.67%, 硫化铁 (sfFe) 平均含量 0.18%, 碳酸铁 (cFe) 平均含量 0.45%, 褐铁 (oFe) 平均含量 0.97%. 硅酸铁+碳酸铁+硫化铁含量 2.3%, 磁性铁对全铁占有率 (mFe/TFe) 为 87.55%, 故本区铁矿石为磁性铁矿石.

磁铁矿呈半自形至自形, 粒径以 0.05~0.2 mm 为主, 含量 30%~45%, 中粗粒磁铁矿多聚集成暗色条带; 石英呈他形粒状, 粒径 0.05~0.6 mm, 以 0.2 mm 为主, 含量 50% 左右, 粗粒石英晶体中多包含细粒自形晶磁铁矿; 阳起石呈柱状, 粒径 0.5~1.0 mm, 含量 5% 以上, 多集中分布于暗色条带中或其附近. 条带宽窄变化于 1~10 mm 之间.

3.3 矿石质量特征

3.3.1 矿石矿物成分

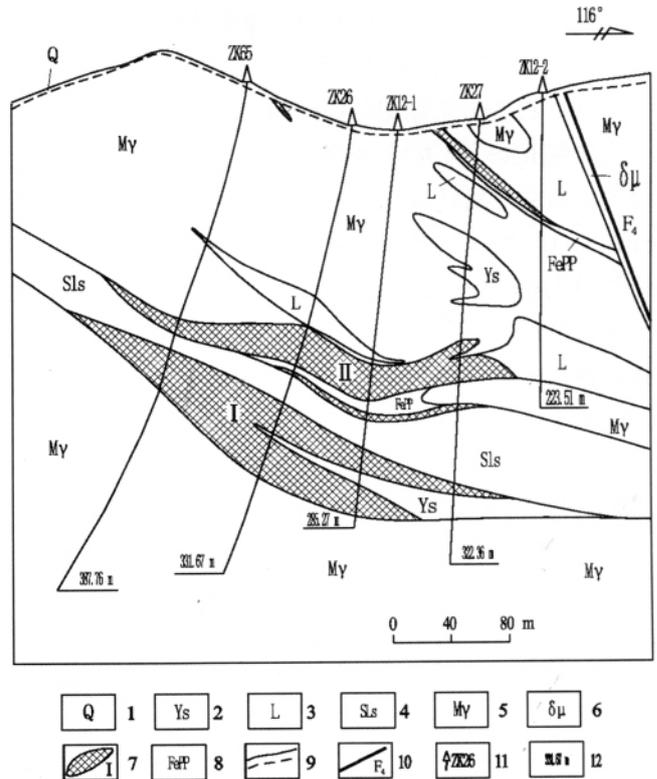


图 2 12 勘探线地质剖面图 (据辽宁有色 108 队, 2010, 修编)

Fig. 2 Geologic section along No. 12 exploration line

(modified from No. 108 Team of Nonferrous Metallic Geology, 2010)

- 1—第四系坡积层 (Quaternary sliderock); 2—阳起石英岩 (actinolite quartzite); 3—绿泥片岩 (chlorite schist); 4—石榴绿泥石英岩 (garnet chlorite quartzite); 5—混合花岗岩 (migmatitic granite); 6—闪长玢岩 (diorite porphyrite); 7—铁矿体及编号 (iron orebody and number); 8—含铁石英岩 (极贫矿) (Fe-bearing quartzite, poor ore); 9—地层界线 (boundary of strata); 10—断层及编号 (fault and number); 11—钻孔及编号 (drill hole and number); 12—孔深 (drilling depth)

矿石矿物为单一磁铁矿. 脉石矿物以石英为主, 一般含量在 49.08%~64.30%, 平均 53.64%; 阳起石、透闪石、绿泥石及黑云母次之, 其平均含量为 3.32%.

3.3.2 矿石化学成分

全区铁矿石中 TFe 平均含量 30.37%. 根据组合分析, SiO₂ 含量 34.59%~63.94%, 平均 53.17%; S 0.020%~1.130%, 平均 0.28%; P 0.065%~0.150%, 平均 0.102%; MnO 0.018%~0.222%, 平均 0.079%. SiO₂ 含量偏高, 且与 TFe 含量呈负相关, 低硫, 低磷.

根据岩石光谱全分析, Au 含量 0.86×10⁻⁹, Ag 0.11×10⁻⁶, Cu 12.3×10⁻⁶, Pb 23.4×10⁻⁶, Zn 124.1×10⁻⁶, As 9.9×10⁻⁶, Sb 0.4×10⁻⁶, Bi 0.41×10⁻⁶, W 20.0×10⁻⁶, Sn 2.0×10⁻⁶, Mo 1.1×10⁻⁶, Co 2.0×10⁻⁶, Ni 38.8×10⁻⁶, Mn 339.7×10⁻⁶, Ti 178.3×10⁻⁶, V 41.5×10⁻⁶, Nb5 2.0×10⁻⁶.

Au、Ag、V、Co、Ni、Sn、Cu、Pb、Zn 等含量低, 无利用价值, 本矿床为单一铁矿床。

从矿石全分析结果(表 1), 可以看出, 主要有害元素为二氧化硅、硫等, 与矿石组合分析结果大致相当, 说明矿石中二氧化硅含量较稳定, 硫局部富集。矿石中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 FeO 三者含量之和的平均值达 94.58%, 杂质组分 CaO 、 MgO 的含量都很低, 其他元素(包括微量元素)的含量都显著减少, 这与弓长岭二矿区条带状磁铁矿石岩的组成(91.64%)^[2]基本一致。

3.4 矿体围岩情况

矿体的上下盘围岩以混合花岗岩为主, 另有少量黑云母片岩、阳起石英岩、角闪岩、石榴绿泥石英岩等。矿体内夹石以含铁石英岩为主, 局部见有少量的斜长角闪岩和阳起石英岩。矿体及围岩混合岩化较强, 绿泥石化、阳起石化、白云母化、绢云母化等蚀变较为常见。

(1) 混合花岗岩: 区内混合花岗岩中存有许多斜长角闪石、二长石英片岩、二云片麻岩、磁铁矿石岩等残留体, 根据沈阳市幅区域地质调查报告, 是由茨沟组地层变质而来。

(2) 黑云母片岩: 呈暗褐色, 黑云母呈鳞片状, 多成不规则状集合体, 片晶大小 0.2~0.5 mm, 较粗粒石英晶体中含有细粒黑云母小片, 波状消光强烈, 沿裂隙发育有绿帘石细脉, 原岩为陆源泥质硅质岩。

(3) 阳起石英岩: 呈灰白—浅灰绿色, 组成矿物主要为石英、阳起石、绿泥石及少量透闪石、磁铁矿, 局部有少量黄铁矿。当磁铁矿较多时, 条带明显, 为含铁阳起石英岩。

(4) 角闪岩: 呈浅绿至暗绿色, 普通角闪石呈柱状, 有时退变为阳起石, 柱晶大小一般为 1 mm 左右, 个别可达 3 mm 成变斑晶, 晶体中包含细粒石英和斜长石; 斜长石为他形, 粒径 0.5 mm 左右; 黑云母呈他形叶片状, 片晶大小 0.5 mm 左右, 有时绿泥石化; 石英为不规则粒状, 多被包含在角闪石柱晶中。其原岩为基性火山熔岩。

3.5 矿床类型

根据以上研究, 参考区域铁矿资料, 本区铁矿床成因与弓长岭铁矿床一致^[3], 类型为鞍山式铁矿床。根据周世态编的太古宙活动带与 BIF 有关的(鞍山式)铁矿床模式, 成岩成矿时代主要为 3100~2900 Ma 和 2700~2500 Ma, 分属于中太古代和新太古代^[4], 属沉积变质改造型铁矿床。

4 讨论

含有铁矿的表壳岩以各种包体形态被包裹在新太古代混合花岗岩中, 根据沈阳市幅区调报告的原岩恢复资料, 区内混合花岗岩恢复到茨沟组, 原岩主体为砂岩等沉积岩^[2]。

据区域资料, 茨沟组中含 Fe_2O_3 3.10%, FeO 8.81%, Na_2O 2.30, K_2O 0.83; 混合花岗岩中含 Fe_2O_3 2.46%, FeO 1.03%, Na_2O 3.95, K_2O 3.85%。茨沟组铁的背景值较高, 熔融成混合花岗岩后铁含量降低, 说明矿体的铁源于地层, 并在变质程度较低部位富集叠加形成铁矿, 矿体中钠、钾等碱性元素含量明显减少, 这与远源火山沉积铁矿的微量元素特征相似。

表 1 矿石全分析结果表

Table 1 Full analysis result of ore

样品号	SiO_2	S	P	MnO	TiO_2	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O
Q1	51.880	0.040	0.110	0.018	0.268	28.730	23.320	0.072	4.687	0.633	0.469
Q2	64.300	0.072	0.086	0.058	0.499	6.160	4.620	0.201	4.098	1.676	2.485
Q3	49.440	0.140	0.094	0.079	0.408	27.870	17.540	0.282	6.618	0.127	0.280
Q4	49.080	0.290	0.098	0.020	0.273	32.720	14.610	0.120	4.385	0.068	0.117
Q5	52.600	0.960	0.122	0.060	0.308	26.500	14.750	0.156	4.135	0.110	0.116
Q6	49.120	0.370	0.104	0.133	0.282	30.100	19.480	0.180	4.561	0.052	0.284
Q7	50.520	0.040	0.112	0.039	0.254	29.750	13.460	0.214	4.981	0.184	0.232
Q8	61.860	0.320	0.110	0.148	0.186	26.390	16.430	0.170	4.307	0.125	0.236
Q9	52.440	0.190	0.124	0.055	0.255	27.820	12.380	0.130	4.395	0.284	0.666
Q10	55.180	0.710	0.059	0.207	0.206	20.060	16.720	0.286	4.595	0.446	0.762
平均	53.642	0.313	0.102	0.082	0.294	25.610	15.331	0.181	4.676	0.371	0.565

资料来源: 辽宁有色 108 队(2010). 含量单位: 10^{-2} .

区内铁矿体主要呈侧伏状,隐伏在混合花岗岩中,是由于太古宙晚期—元古宙时期^①,茨沟组地层熔融不均,铁元素在熔融较差部位叠加造成,因而矿体呈残留体形式赋存于混合花岗岩中。

简要成矿模式如下:中太古代时期,水域中海底火山活动频繁,在火山活动间歇期,形成了鞍山群的海底火山岩—沉积岩系,大量的硅铁物质通过火山喷发或海底火山温泉活动带入水体中。在海盆边部,由于距火山中心较远,以及陆源水的大量加入,水体中酸性减弱,pH值呈中—碱性,形成正 E_h 值水体环境,使酸性水体中成矿物质沉积,形成了硅铁质的透镜体。新太古代时期,鞍山群地层遭受区域变质,发生熔融变质以及高绿片岩至低角闪岩相变质作用,不均匀的熔融形成了混合花岗岩包含残留体的地层特征,其中有较强的变质水热液活动,使硅铁质发生去硅作用,并向熔融程度较低部位富集叠加,致使局部富集形成铁矿体雏形。经后期多次褶皱及断裂构造叠加,并伴随有变质作用和脉岩入侵,铁矿进一步富集,形成本区地质现状。

5 找矿前景分析

(1) 矿体在区内呈北东向带状展布特征明显,矿体主要赋存于鞍山群茨沟组地层,呈残留体形式赋存于大片混合花岗岩中,混合岩化明显,且绿泥石化、阳起石化、白云母化等蚀变较强,阳起石英岩、云母片岩及绿泥片岩等与矿体关系密切。在混合花岗岩中寻找与上述蚀变相关的茨沟组残留体是未来找矿重点。

(2) 茨沟组地层铁元素含量较高,熔融变质形成混

合花岗岩,熔融不均一性使铁元素在变质程度较低部位叠加富集,可能形成铁矿体。因而寻找低变质程度的混合花岗岩亦是找矿的主要方向之一。

(3) 矿体多分布在小汪沟向斜西翼,根据周世态编的矿体多赋存于复合向斜翼部或倒转翼^[1]理论,以及地层熔融不均一性,加大对小汪沟向斜西翼部阳起石英岩、斜长角闪岩、云母片岩等残留体勘探,有可能找到较大的隐伏铁矿体。

(4) 区内矿体呈似层状或大透镜状,沿走向、倾向延伸较长,特别是I、II号矿体,向深部有变厚趋势,而深部无工程控制,因此深部仍有很大的找矿空间。

(5) 在矿区中部、西部发育多条小矿体,地表矿石品位29.78%~33.81%,且工程控制不足,特别是F5断裂西侧尚有一规模稍大铁矿体。I、II两矿体特征表明区内铁矿体隐伏趋势明显,增加对区内出露小矿体控制,有可能找到较大隐伏铁矿体。

综合分析,该矿区浅表部找矿工作程度较高,矿体已基本控制,对矿体深部控制不足,具良好的深部找矿远景,值得继续进行深入的找矿研究,因此建议加强后期深部找矿工作,以期在扩大找矿规模方面有所突破。

参考文献:

- [1] 方如恒. 辽宁铁矿类型与演化[J]. 辽宁地质, 1995, 6(2): 106—147.
- [2] 刘军, 靳淑韵. 辽宁弓长岭铁矿磁铁富矿的成因研究[J]. 现代地质, 2010, 24(1): 80—88.
- [3] 冯佳睿, 周振华, 等. 辽宁弓长岭铁矿二矿围岩原岩恢复[J]. 中国矿业, 2009, 18(12): 106—110.

① 辽宁省地质局第一区域地质调查队. 沈阳市幅区域地质调查报告. 1975.